

SHAL/ ★ W02 90-097415/13 ★ SU 1485-331-A  
**Microwave range phase-shifter - has control voltage determining  
 bending of metal strip with selections of fixture point**  
 SHALYAKIN A I 10.06.87-SU-260027

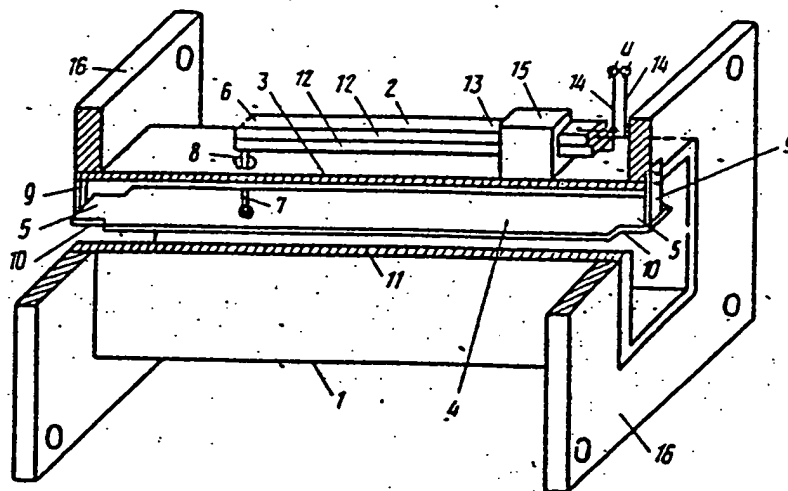
(07.06.89) H01p-01/18

10.06.87 as 260027 (1607RB)

The quasi-H10 working wave propagates through the phase-shifter and when a working voltage is applied to electrodes (13) an opposed change in the lengths of the piezoelectric wafers (12) takes place. As a result, bimorphous piezoelectric element (2) bends and its free end moves bar (7) and bends metal strip (4). This changes the phase-shift of the wave so that when the strip is loaded the rectilinear metal waveguide reduces the wave dissipation rate.

USE/ADVANTAGE - Microwave engineering. Better response.  
 Bul.21/7.6.89. (3pp Dwg.No.1/1)  
 N90-075222

W2-A6





(51)4 H 01 P 1/18

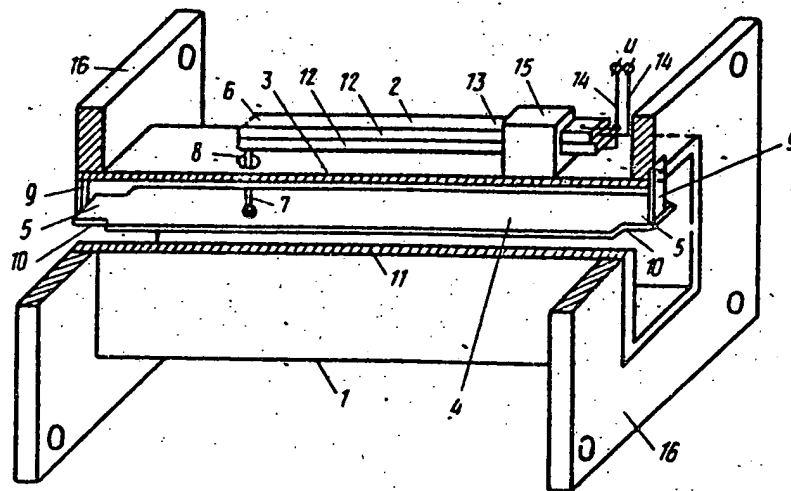
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4260027/24-09  
(22) 10.06.87  
(46) 07.06.89. Бюл. № 21  
(72) А.И.Шалайкин  
(53) 621.372.852.2 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство НРБ  
№ 23416, кл. Н 01 Р 1/18, 1977.

Патент США № 4575697,  
кл. Н 01 Р 1/18, 1986.  
(54) ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ СВЧ  
(57) Изобретение относится к технике СВЧ. Цель изобретения - увеличение быстродействия. Через фазовращатель СВЧ распространяется рабочая волна типа квази Н<sub>10</sub>. При подаче управляющего напряжения на электроды 13 происходит противоположное изменение

длин пьезоэлектрических пластин 12. В результате биморфный пьезоэлектрический элемент 2 изгибается, а его свободный конец 6 перемещает шток 7 и выгибает металлическую пластину 4. Это вызывает изменение фазового сдвига распространяющейся волны, т.к. при погружении пластины 4 вглубь отрезка 1 прямоугольного металлического волновода уменьшается скорость распространения волны. Величина прогиба пластины 4 зависит от амплитуды управляющего напряжения. Цель достигается за счет выбора оптимального расположения точки крепления штока 7 к пластине 4 и выбора оптимальной толщины пластины 4. 1 ил.



SV (11) 1485331 A7

Изобретение относится к технике СВЧ и может быть использовано для построения волноводных управляющих устройств.

Целью изобретения является увеличение быстродействия.

На чертеже показана конструкция фазовращателя СВЧ.

Фазовращатель СВЧ состоит из отрезка 1 прямоугольного металлического волновода, консольно закрепленного биморфного пьезоэлектрического элемента 2, расположенного на внешней стороне узкой стенки 3 отрезка 1 и фазорегулирующего элемента, выполненного в виде металлической пластины 4, расположенной внутри прямоугольного волновода 1 вблизи его узкой стенки 3 (на расстоянии менее  $0,15\lambda$ , где  $\lambda$  — длина волны) и закрепленной двумя своими концами 5 на ней. Свободный конец 6 биморфного пьезоэлектрического элемента 2 соединен с металлической пластиной 4 посредством штока 7, проходящего сквозь отверстие 8, выполненное в узкой стенке 3 отрезка. Крепление концов 5 металлической пластины 4 осуществлено посредством упоров 9. На концах 5 металлической пластины 4 выполнены скосы 10 для обеспечения согласования фазовращателя с трактом. Металлическая пластина 4 установлена перпендикулярно широкой стенкам 11 отрезка 1, причем зазоры между металлической пластиной 4 и широкими стенками 11 выполнены одинаковыми. Точка крепления штока 7 к металлической пластине 4 смещена относительно конца металлической пластины 4 на расстояние  $0,25L_1$ , где  $L_1$  — длина металлической пластины. Толщина металлической пластины 4 выбирается согласно формулы

$$t_1 = \frac{1,75t_2}{\alpha^2} \left( \frac{L_1}{L_2} \right)^2 \sqrt{\frac{E_2 \cdot S_1}{E_1 \cdot S_2}}, \quad (1)$$

где  $L_1$ ,  $L_2$  — длина металлической пластины;

$t_1$  — толщина металлической пластины;

$t_2$  — толщина биморфного пьезоэлектрического элемента;

$E_1$ ,  $E_2$  — модуль Юнга металлической пластины и биморфного пьезоэлектрического элемента соответственно;

$S_1$ ,  $S_2$  — плотность металлической пластины и биморфного пьезоэлектрического элемента соответственно.  
 $\alpha = 3,14-4,73$ .

Биморфный пьезоэлектрический элемент 2 состоит из двух скрепленных между собой по всей длине и поляризованных по толщине пьезоэлектрических пластин 12 с нанесенными на их поверхности электродами 13. Электрически электроды 13 пьезоэлектрических пластин соединены параллельно. Управляющее напряжение на электроды 13 подводится с помощью изолированных проводников 14. Крепление биморфного пьезоэлектрического элемента 2 осуществлено с помощью держателя 15, выполненного из диэлектрического материала. Держатель 15 и точка крепления штока 7 расположены по разные стороны относительно поперечной оси металлической пластины 4 для уменьшения продольного габарита фазовращателя. Фазовращатель СВЧ имеет фланцы 16. В качестве пьезоэлектрика использована пьезокерамика.

Фазовращатель СВЧ работает следующим образом.

Через фазовращатель СВЧ распространяется рабочая волна типа квази  $H_{10}$ . При подаче управляющего напряжения на электроды 13 происходит противоположное изменение длин пьезоэлектрических пластин 12, в результате чего биморфный пьезоэлектрический элемент 2 изгибается, а его свободный конец 6 перемещает шток 7 и выгибает металлическую пластину 4, что вызывает изменение фазового сдвига распространяющейся волны, поскольку при погружении металлической пластины 4 в глубь отрезка 1 уменьшается скорость распространения волны. Величина прогиба металлической пластины 4 зависит от амплитуды управляющего напряжения. Выбор расположения точки крепления штока 7 к металлической пластине 4, смещенной относительно конца металлической пластины 4 на  $0,25L_1$ , и выбор ее толщины  $t_1$  согласно формулы (1) обеспечивают уменьшение амплитуды колебаний фазового сдвига и сокращение времени успокоения этих колебаний, за счет чего повышается быстродействие фазовращателя. Выбор рас-

положения точки крепления штока 7 и толщины пластины 4 позволяют исключить упругое колебание пластины с частотой основного тока, вносящие наибольшую погрешность в устанавливаемое значение фазы и снижающие быстродействие за счет колебаний фазового сдвига.

В данном случае на пластине 4 образуется колебание в виде первого обертона. Колебание этого типа представляет собой стоячую волну и имеет два противофазных участка. Набеги фаз, вносимые противофазными участками, взаимно уничтожаются. Благодаря этому исключается влияние механических колебаний биморфного пьезоэлектрического элемента 2 на величину фазового сдвига и, следовательно, повышается быстродействие фазовращателя и точность выставления фазового сдвига. При этом выбранное расположение точки крепления штока 7 и толщина пластины 4, определяемое формулой (1), являются оптимальными.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Фазовращатель СВЧ, содержащий отрезок прямоугольного металлического волновода, в стенке которого выполнено отверстие, консольно закрепленный и расположенный на внешней стороне прямоугольного волновода биморфный пьезоэлектрический элемент, свободный конец которого соединен с фазорегулирующим элементом, отличающийся тем, что, с целью увеличения быстродействия, биморфный пьезоэлектрический элемент располо-

жен на узкой стенке прямоугольного волновода, а фазорегулирующий элемент выполнен в виде металлической пластины, установленной внутри прямоугольного волновода перпендикулярно его широким стенкам и закрепленной двумя своими концами на его узкой стенке, причем зазоры между металлической пластиной и широкими стенками волновода выполнены одинаковыми, а свободный конец биморфного пьезоэлектрического элемента соединен с металлической пластиной посредством штока, проходящего сквозь отверстие, выполненное в узкой стенке прямоугольного волновода, при этом точка крепления штока к металлической пластине смещена относительно ее конца на расстояние  $0,25L_1$ , а толщина  $t_1$  металлической пластины выбрано равной

$$t_1 = \frac{1,75t_2}{\alpha^2} \cdot \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{E_2 \cdot S_1}{E_1 \cdot S_2}},$$

где  $L_1$ ,  $L_2$  - длина металлической пластины;

- толщина металлической пластины;

$t_2$  - толщина биморфного пьезоэлектрического элемента;

$E_1$ ,  $E_2$  - модуль Юнга металлической пластины и биморфного пьезоэлектрического элемента соответственно;

$S_1$ ,  $S_2$  - плотность металлической пластины и биморфного пьезоэлектрического элемента соответственно.

$$\alpha = 3,14-4,73.$$

Составитель С.Лютаев

Редактор Г.Волкова

Техред М.Дидык

Корректор М. Самборская

Заказ 3043/52

Тираж 615

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Гаушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101